

11.2.1

SP EX SS N 415 - LOTTO 3



PROVINCIA DI CREMONA
SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI

S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"
AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"

LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"
LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA
E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI

1	revisione a seguito verifica UTP		FEBBRAIO 2016
0	prima emissione		DICEMBRE 2015
emissione	descrizione	disegnato	data emissione
livello: PROGETTO DEFINITIVO		codice CUP: G41B03000270002	
elaborato: O.A. N.1 - PONTE SUL FIUME ADDA IMPALCATO, SPALLE, PILE E MURI D'ALA RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE DI CUI AGLI ARTT. 10.1 - 10.2 DEL D.M. 14.01.2008		codice: 15E10-RG	
		allegato n.:	scala:
		11.2.1	
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data 27 MAG. 2016
(Ing. Virginio Brocchi)	(Ing. Davide Pisana)	(Ing. Roberto Vanzini)	
Percorso file: U:\avon\09\Projects\SS415\PONTE SPINO\Definitivo_CR\00_COPERTINE.dwg			

**S.P. CR ex S.S. 415"PAULLESE" : Ammodernamento tratto Crema - Spino d'Adda
LOTTO 3**

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE Art. 10.1 e 10.2 D.M. 14 Gennaio 2008

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

1.	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	3
2.	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO	5
2.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	9
3.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE E DEI PARAMETRI DI CALCOLO	12
3.1	SPALLE E PILE	12
3.2	IMPALCATO	14
3.3	BERLINESE DI PROTEZIONE	18
3.4	PALANCOLATO METALLICO	20
4.	DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI	21
5.	DURABILITA'	22
6.	SOFTWARE UTILIZZATI –TIPO DI ELABORATORE	22
7.	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITA'	23
8.	PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	24

1. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'opera consta di un impalcato a campata continua su 3 campate, di lunghezza in asse appoggi pari a 48.50 – 93.08 – 48.50 m a tracciato rettilineo, realizzato in struttura composta acciaio-calcestruzzo.

La sovrastruttura si compone di una travata metallica costituita da un cassone metallico di altezza variabile tra 1910-2047 mm (appoggio spalle e mezzeria campata centrale) mm e 4310-4447 mm (appoggio pila).

La sede stradale presenta una monopendenza garantita agendo sull'altezza complessiva della trave per cui risulta un'altezza complessiva della trave esterna sx variabile tra 1910 e 4310 mm ed un'altezza complessiva della trave esterna dx variabile tra 2047 e 4447 mm. La soletta collaborante in cls ha uno spessore costante pari a 25 cm (5+20). La travata, realizzata in acciaio tipo S355JOW (corten) successivamente verniciato per motivi estetici, è dotato di traversi reticolari secondari posti ad interasse longitudinale tipico pari a 4.0 m. . Le anime ed il cassone inferiore delle travi metalliche principali sono irrigidite da un sistema di irrigidimenti trasversali 400x200x16 mm (stiffner), completati da irrigidimenti longitudinali (rib 200x100x20) I traversi principali di spalla sono realizzati mediante una lastra piena da 24 mm, opportunamente irrigidita, dotata di piattabanda superiore da 1200x300 mm (quest'ultima è posta a contatto della soletta in calcestruzzo). L'intera travata è suddivisa diverse tipologie di conci giuntati mutuamente saldature testa a testa a completa penetrazione. I traversi secondari sono costituiti da:

L'intera travata è suddivisa in diverse tipologie di conci giuntati mutuamente mediante saldature testa a testa a completa penetrazione. I traversi secondari sono costituiti da:

primi 3 traversi dall'appoggio di spalla:

- n. 1 corrente superiore, ordito tra le estremità superiori delle due anime, realizzato mediante una coppia di profili ad UPN240, accoppiati a distanza mutua pari a 16.0 mm;
- n. 2 diagonali, realizzati con una 4 profili 100x150x14 disposti a croce, accoppiati a distanza mutua pari a 16.0 mm
- n. 1 corrente inferiore, ordito tra le estremità inferiori delle due anime, realizzato mediante una sezione a T 400/16 x 200/16 mm;

I diagonali sono collegati ai correnti per mezzo di una piastra di nodo di spessore pari a 16.0 mm.

Tutti i rimanenti traversi

- n. 1 corrente superiore, ordito tra le estremità superiori delle due anime, realizzato mediante una coppia di profili ad UPN240, accoppiati a distanza mutua pari a 16.0 mm;
- n. 2 diagonali, realizzati mediante una coppia di profili ad UPN240, accoppiati a distanza mutua pari a 16.0 mm;
- n. 1 corrente inferiore, ordito tra le estremità inferiori delle due anime, realizzato mediante una sezione a T 400/16 x 200/16 mm;

I diagonali sono collegati ai correnti per mezzo di una piastra di nodo di spessore pari a 16.0 mm.

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

Le diverse parti dei traversi secondari sono collegate mediante bullonature. E' prevista, in fase di montaggio, l'adozione di un controvento di torsione superiore costituito da profili L140x10 mm.

La soletta in calcestruzzo, di larghezza in retto tipica pari a 11.50 m di cui 9.00 m costituiti dalla sede stradale ed i restanti 2.50 m divisi in 2 cordoli laterali da 1.75 e 0.75 m, presenta uno spessore totale costante pari a 20+5(coppella) cm per la parte reagente. La pendenza della sede stradale sarà realizzata agendo sull'altezza complessiva dell'anima della trave come detto in modo tale da ottimizzare il peso della struttura e non utilizzare ricariche con conglomerato bituminoso, in particolare le lastre verranno posizionate sulle piattabande superiori delle travi mediante opportuni distanziatori; per la sua realizzazione si prevede l'adozione di coppelle prefabbricate di spessore pari a 5.0 cm, dotate di armatura a traliccio, aventi la funzione di cassatura inferiore; le coppelle vengono considerate collaboranti alla statica della soletta, il traliccio viene calcolato per garantire l'autoportanza in fase di getto. La solidarizzazione della soletta con la travata metallica avviene tramite connettori a piolo tipo Nelson, di diametro pari a 22.0 mm, disposti sulla piattabanda superiore delle travi metalliche principali e dei traversi principali (pile e spalle).

L'intera struttura è posta su appoggi a cerniera sferica e vincoli sismici a collasso rappresentati da muretti in c.a. sagomati solidali alle pile/spalle.

Lo schema di vincolo viene realizzato in modo tale da garantire una spalla fissa ed una mobile mediante opportuni disaccoppiamenti delle azioni verticali da quelle orizzontali sugli appoggi.

Le spalle sono di tipo a mensola in c.a su pali trivellati di grande diametro.

Le pile sono rappresentate da setti in c.a. poggianti su di un dado di fondazione su pali trivellati di grande diametro

Per consentire la realizzazione delle spalle si rende necessario sostenere il rilevato della Paullese mediante una paratia di micropali pluritirantata. La berlinese in questione è costituita da micropali Ø200 mm di lunghezza complessiva pari a 15 mt (9.00 mt altezza da sostenere) e passo pari a 0.33 mt, armati mediante tubolari Ø139/12 mm.

Il cordolo in testa si prevede in cls armato delle dimensioni pari a 50x50 cm.

La berlinese è tirantata da due serie di tiranti posti a -2.00 mt e -5.00 mt dalla testa cordolo.

I tiranti si prevedono attivi con un pretiro pari a 300 KN costituiti da trefoli da 0.6" in acciaio armonico.

I cordoli dove vengono fissate le teste dei tiranti si prevedono in acciaio costituiti da una coppia di profilato UPN 240.

Per consentire la realizzazione del sistema fondale delle pile in alveo si è prevista la realizzazione di 2 palancolati metallici in grado di sostenere fino a 6.50 mt di battente di acqua costituiti da un palancolato metallico tipo AZ28 od equivalente.

Sia il palancolato che la paratia berlinese dovranno essere demoliti ad opera conclusa.

2. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

La caratterizzazione geotecnica del sito è completamente definita nella relazione geotecnica a cui si rimanda. Di seguito si riportano in estrema sintesi le stratigrafie e le caratteristiche del terreno utilizzate nelle calcolazioni.

Stratigrafia 1 (argine in destra del fiume Adda)

Strato n.	Profondità (m)		Descrizione	Tipo
	Da	a		
1	0.00	9.00	Rilevato stradale esistente	0
2	9.00	21.00	Ghiaia con sabbia	C
3	21.00	29.00	Sabbia con ghiaia	B
4	29.00	37.00	Ghiaia sabbiosa	C
5	37.00	45.00	Limo sabbioso	A
6	45.00	53.00	Sabbia limosa	B
7	53.00	54.00	Limo sabbioso	A
8	54.00	57.20	Sabbia limosa	B
9	57.20	60.00	Limo sabbioso	A

Stratigrafia 2 (argine in sinistra del fiume Adda)

Strato n.	Profondità (m)		Descrizione	Tipo
	Da	a		
1	0.00	11,00	Ghiaia sabbiosa	C
2	11.00	24.50	Sabbia limosa	B
3	24.50	28.60	Ghiaia con sabbia	C
4	28.60	33.00	Sabbia limosa	B
5	33.00	39.80	Limo argilloso	A
6	39.80	48.20	Sabbia limosa	B
7	48.20	50.00	Limo argilloso	A
8	50.00	57.80	Sabbia	B
9	57.80	60.00	Limo argilloso	A

Stratigrafia 3 (alveo fiume Adda)

Strato n.	Profondità (m)		Descrizione	Tipo
	Da	a		
1	0.00	9,00	Ghiaia sabbiosa	C
2	9.00	35,00	Sabbia con ghiaia	B
3	35.00	37.50	Limo argilloso	A
4	37.50	40.00	Sabbia limosa	B

Parametri geotecnici

Stratigrafia 1 Lato Cremona (Quota: 78.68 m s.l.m.m.)									
Litologia	Da	A	Dr	Φ'	E	G	Cu	C	M
	[m]	[m]	[%]	[°]	[MPa]	[MPa]	[kPa]	kPa]	[MPa]
Ghiaia	0	11	>50	38	40	150			
Sabbia	11	24.5	>50	38	27	210			
Ghiaia e sabbia	24.5	28.6	>50	38	30	240			
Sabbia	28.6	33	>50	35	30	260			
Limo	33	39.8		30			22.4	12.8	7
Sabbia	39.8	48.2	>50	35	32	270			
Limo	48.2	50		32			22.4	12.8	7
Sabbia	50	57.8	>50	35	32	270			
Limo	57.8	60	>50	32			22.4	12.8	8

Stratigrafia 1A Alveo fiume Adda (Quota: 78.51 m s.l.m.m.)									
Litologia	Da	A	Dr	Φ'	E	G	Cu	C	M
	[m]	[m]	[%]	[°]	[MPa]	[MPa]	[kPa]	kPa]	[MPa]
Ghiaia	0	9	>50	38	40	150			
Sabbia	9	35	>50	38	27	210			
Limo	35	37.50		30			22.4	12.8	7
Sabbia	37.50	40	>50	35	30	260			
*Sabbia	40	48.2	>50	35	32	270			
*Limo	48.2	50		32			22.4	12.8	7
*Sabbia	50	57.8	>50	35	32	270			
*Limo	57.8	60	>50	32			22.4	12.8	8

Stratigrafia 2 Lato Lodi (Quota: 86.73 m s.l.m.m.)									
Litologia	Da	A	Dr	Φ'	E	G	Cu	C	M
	[m]	[m]	[%]	[°]	[MPa]	[MPa]	[kPa]	kPa]	[MPa]
Rilevato	0.00	9.00	40	38	40				
Ghiaia	9.00	21.00	>50	38	40	190			
Sabbia	21.00	29.00	>50	37	35	250			
Ghiaia	29.00	37.00	>50	38	45	260			
Limo	37.00	45.00		30			67	8.4	29
Sabbia	45.00	53.00	>50	37	40	270			
Limo	53.00	54.00		32			67	21	29
Sabbia	54.00	57.20	>50	37	40	360			
Limo	57.20	60.00		32			67	21	29

Per quanto riguarda il rilevato stradale si sono adottati in accordo con il CSA e la relazione geotecnica i seguenti parametri:

Caratterizzazione materiali da rilevato/reinterri																
Parametri in condizioni drenate					Spinta a riposo			Spinta attiva			Spinta Passiva			Peso di volume		Permeabilità
ϕ'_k	ϕ'_{dM1}	ϕ'_{dM2}	E'_{25}	E_{UR}	K_{0k}	K_{0M1}	K_{0M2}	K_{Ak}	K_{AM1}	K_{AM2}	K_{Pk}	K_{PM1}	K_{PM2}	naturale γ_n	sommerso γ'	k
($^\circ$)	($^\circ$)	($^\circ$)	(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(m/s)
38	38	32	40	120	0.380	0.380	0.470	0.238	0.238	0.307	4.200	4.200	3.250	20	11	$1 \times E^{-3} + E^{-5}$

I coefficienti di spinta sono calcolati secondo la teoria di Caquot - Kerisel ipotizzando angolo d'attrito tra terreno e struttura di sostegno $\delta = 0$ ed ipotizzando che il terreno a monte/valle del sostegno (rispettivamente per il calcolo di K_A e K_P) sia orizzontale ($\beta = 0^\circ$). Nel caso in cui tali ipotesi iniziali non siano rappresentative del problema in oggetto, i valori delle spinte dovranno essere calcolati nuovamente utilizzando la stessa teoria.

In cui:

LEGENDA PARAMETRI	
ϕ'_k	Angolo di resistenza al taglio caratteristico;
ϕ'_{dM1}	Angolo di resistenza al taglio di progetto secondo coefficienti parziali M1 come da NTC2008;
ϕ'_{dM2}	Angolo di resistenza al taglio di progetto secondo coefficienti parziali M2 come da NTC2008;
E'_{25}	Modulo elastico secante corrispondente alla mobilitazione del 25% della resistenza del terreno;
E_{UR}	Modulo elastico secante in ricarico;
K_{0k}	Valore caratteristico del coefficiente di spinta a riposo;
K_{0M1}	Valore di progetto del coefficiente di spinta a riposo secondo coefficienti parziali M1 come da NTC2008;
K_{0M2}	Valore di progetto del coefficiente di spinta a riposo secondo coefficienti parziali M2 come da NTC2008;
K_{Ak}	Valore caratteristico del coefficiente di spinta attiva;
K_{AM1}	Valore di progetto del coefficiente di spinta attiva secondo coefficienti parziali M1 come da NTC2008;
K_{AM2}	Valore di progetto del coefficiente di spinta attiva secondo coefficienti parziali M2 come da NTC2008;
K_{Pk}	Valore caratteristico del coefficiente di spinta passiva;
K_{PM1}	Valore di progetto del coefficiente di spinta passiva secondo coefficienti parziali M1 come da NTC2008;
K_{PM2}	Valore di progetto del coefficiente di spinta passiva secondo coefficienti parziali M2 come da NTC2008;
γ_n	Peso di volume naturale;
γ'	Peso di volume sommerso;
k	Permeabilità;

2.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Secondo quanto riportato nella relazione geotecnica, la prospezione sismica (Down Hole) eseguita nel sondaggio SL e le prove SPT effettuate nel sondaggio collocano i terreni interessati in categoria di **suolo C**. Il valore determinato attraverso la formula sopra riportate è paria a 317 m/s. Nella categoria C rientrano i "depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 \text{ kPa} < c_u < 250 \text{ kPa}$)".

Classificazione secondo D.g.r. 28 Maggio 2008 n.8/7374 e D.g.r. 11 Luglio 2014 n. 10/2129

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Il Dg.r. del 28 Maggio 2008 n.8/7374 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.r. marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 Dicembre 2005, n. 8/1566 stabilisce una procedura per tener in conto degli effetti di sito nella definizione dell'amplificazione sismica locale. Si riportano di seguito i tre livelli di approfondimento richiesti dalla normativa per il caso in esame:

1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sia sulla base di osservazioni geologiche sia di dati esistenti:

Zona sismica: 3 (D.g.r. 11 Luglio 2014 n. 10/2129)

Scenario di pericolosità sismica locale PSL: Zona Z4a: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

2° Livello: individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano. Fa Fattore di Amplificazione).

La regione Lombardia, per il sito in questione, per sottosuolo tipo C e per periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s assegna un valore di soglia di Fa pari a 1.80.

Dall'analisi delle indagini eseguite il calcolo di Fa secondo le indicazioni fornite dalla regione Lombardia e secondo varie procedure ritrovate in letteratura. I valori calcolati per il fattore di amplificazione sono in buona parte maggiori del valore soglia di 1.8.

Per quest'area, poiché i valori di Fa ottenuti risultano maggiori del valore soglia, si dovrà procedere alle indagini di 3° Livello, orientate alla definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini più approfondite o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore.

In definitiva, nel caso in esame, il substrato va catalogato come di tipo D.

D: "Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine)"

Si è scelto quindi di utilizzare lo spettro caratteristico della categoria superiore

La pericolosità sismica nel DM 14 gennaio 2008 è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli allegati alla norma forniscono, in relazione ad un reticolo spaziale con maglia di 5 km e per valori di TR compresi tra 30 e 2475 anni, i valori di a_g , F_0 e T_C^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Come riportato precedentemente la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione scelta è la **D**

La categoria topografica è la **T1** ovvero "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Lo spettro di progetto (SLV) in accelerazione della componente orizzontale è:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{q}{F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

con:

- S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche $S = S_s \times S_T$, con S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (entrambi tabellati);
- F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

- T_C periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_C \times T_C^*$, con T_C^* è definito in base al sito di riferimento e C_C funzione della categoria di sottosuolo (tabellato);
- T_B periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, $T_B = T_C / 3$
- T_D periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione $T_D = 4 (a_g/g) + 1,6$

Lo spettro di progetto (SLV) in accelerazione della componente verticale è:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_V \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{q}{F_V} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_V \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

con $F_V = 1,35 \cdot F_O \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$, fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g , su sito di riferimento rigido orizzontale. I valori dei parametri per la componente orizzontale sono:

Categoria di suolo	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Parametri S, T_B , T_C , T_D per lo spettro di progetto della componete verticale

La definizione della pericolosità sismica è fatta mediante un approccio "sito dipendente", per il ponte sull'Adda i valori di progetto devono riferirsi alle coordinate 9,4337 di longitudine e 45,4134 di latitudine coincidenti con il ponte sull'adda.

3. DESCRIZIONE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE E DEI PARAMETRI DI CALCOLO

3.1 SPALLE E PILE

Per la realizzazione delle **fondazioni**, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe C28/35 che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cubica)	→	R_{ck}	= 35 MPa
Resistenza a compressione (cilindrica)	→	f_{ck}	= 28 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	→	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5$	= 15.9 MPa
Resistenza a trazione media	→	$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	= 2.77 MPa
Resistenza a trazione	→	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$	= 1.94 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.29 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara)	→	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck}$	= 16.80 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)		$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 12.6 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara – Ferrovie)	→	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 12.6 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi perm. – Ferrovie)		$\sigma_c = 0.4 * f_{ck}$	= 11.2 MPa

Per la realizzazione delle **elevazioni, del paraghiaia dei baggioli e dei muretti antisismici**, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe C32/40 che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cubica)	→	R_{ck}	= 40 MPa
Resistenza a compressione (cilindrica)	→	f_{ck}	= 32 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	→	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5$	= 18.1 MPa
Resistenza a trazione media	→	$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	= 3.02 MPa
Resistenza a trazione	→	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$	= 2.12 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.41 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara)	→	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck}$	= 19.2 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)		$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 14.4 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara – Ferrovie)	→	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 14.4 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi perm. – Ferrovie)		$\sigma_c = 0.4 * f_{ck}$	= 12.8 MPa

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 26$ mm
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 20$ mm
- Interferro minimo $d_{bars} = 26$ mm
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

CALCESTRUZZO FONDAZIONI

Classe esposizione	Rapporto (A/C) _{max}	Slum p	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto minimo aria	Altro
XF3	0.50	S4	340	-	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo

CALCESTRUZZO ELEVAZIONI, BAGGIOLI, RITEGNI E MURI D'ALA

Classe esposizione	Rapporto (A/C) _{max}	Slum p	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto minimo aria	Altro
XF3	0.45	S4	360	3.0%	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica	→	$f_{yk} \geq$	450	MPa
Tensione caratteristica a rottura	→	$f_{tk} \geq$	540	MPa
Fattore di sicurezza acciaio	→	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	= 391.30	MPa

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)→ $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara – Ferrovie)→ $\sigma_c = 0.65 * f_{yk} = 292.5 \text{ MPa}$

3.2 IMPALCATO

Per la realizzazione dell'IMPALCATO si prevede l'impiego di calcestruzzi a prestazione ed acciai da carpenteria controllati in stabilimento, in particolare:

Calcestruzzo	C35/45
Classe di esposizione	XF4 parti esposte
Dimensione massima aggregato	20 mm
Classe di consistenza	S4
Acciaio di armatura	B450C
Copriferro	30 mm nelle superfici libere
Sovrapposizioni minime	30Φ
Acciaio da carpenteria	S355 JOW profili laminati S355 JOW piastrame t<20 mm S355 J2W piastrame t<40 mm S355 K2W piastrame t>40 mm
Bulloni	CL10.9
Verniciatura	Sabbiatura Sa2 cromato di zinco da 80 micron biossido di titanio da 100 micron finitura poliuretana 60 micron colore a discrezione D.L.
Saldature	A completa penetrazione nelle giunzioni concio-concilio e tra le parti strutturali principali ed a cordone d'angolo nelle giunzioni tra le parti secondarie

PARAMETRI DI CALCOLO

Calcestruzzo classe C35/45

Produzione calcestruzzo: Ordinaria

Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe calcestruzzo	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_{cls}	f_{cm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{ctk} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	f_{cfm} [MPa]	f_{bk} [MPa]	f_{bd} [MPa]
C35/45	35.00	0.85	1.50	43.00	34,077	19.83	3.21	2.25	1.50	3.86	5.06	3.37
ϵ_{c2}	ϵ_{cu}		$\sigma_{c,Rara}$ [MPa]	$\sigma_{c,QP}$ [MPa]								
0.00200	0.00350		21.00	15.75								

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 26\text{ mm}$
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 20\text{ mm}$
- Interfero minimo $d_{bars} = 26\text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Classe esposizione	Rapporto (A/C) _{max}	Slump	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto minimo aria	Altro
XF4	0.45	S4	360	3.0%	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo

Acciaio per armatura ad aderenza migliorata B450C

Classe acciaio	f_{yk}	γ_s	f_{tk}	E_s	f_{yd}	ϵ_{yd}	ϵ_{uk}	$(f_y/f_{y,nom})_k$	ϵ_{ud}	$k = (f_t/f_y)_k$	$\sigma_{s,Rara}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	[MPa]		[MPa]	[MPa]	[MPa]					[MPa]	[MPa]	$\Phi \leq 16\text{mm}$	$\Phi > 16\text{mm}$
B450C	450.00	1.15	540.00	210,000	391.30	0.00186	0.07500	≤ 1.25	0.06750	1.15 - 1.35	360.00	4 Φ	7 Φ

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

Le grandezze assunte a base di calcolo per le strutture metalliche sono:

Acciaio per carpenteria metallica S355JOW (ex Fe510 - corten) conforme alla sezione 3 della ENV 1993-2 (1997) e succ. modif e integrazioni

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento: $t \leq 40\text{mm}$
- Dimensioni secondo UNI 5397
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura non protetta
- Temperatura minima del sito $T_{md} = -25\text{ °C}$
- Temperatura di riferimento $T_{Ed} = -25\text{ °C}$

Classe acciaio	Subgrade	f_{tk}	E_s	ν	G_s	f_{yk}	γ_{Rd}	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	β	β_1	β_2
		[MPa]	[MPa]		[MPa]	[MPa]							
S 355 - UNI EN 10025-2	JOW	510	210000	0,3	80769,2307692308	355	1,1	1,05	1,05	1,25	0,9	0,7	0,85

Resistenza di progetto ($t \leq 40\text{ mm}$) $f_d = 355.00\text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto ($t > 40\text{ mm}$) $f_d = 335.00\text{ N/mm}^2$

Unioni bullonate

Caratteristiche dimensionali conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968

Viti conformi alla norma UNI EN ISO 898-1:2001

Dadi conformi alla norma UNI EN 20898-2:1994

Rosette in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40

Piastrine in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40

Classe bulloni	Classe dado	f_{yb}	f_{tb}	α_V	γ_{M2}	γ_{M3}	$\gamma_{M6,ser}$	γ_{M7}
		[MPa]	[MPa]					
10.9	10	900.00	1,000.00	0.5	1.25	1.25	1.00	1.10

Parametri di calcolo bulloni M27 CL 10.9

Trattamento: Nessuno

Classe bulloni	Diametro	Classe acciaio piatti	dm	tp	e	p	Fp,C	n	Fv,Rd,min	Fv,Rd,max	Ft,Rd	Bp,Rd	Fb,Rd	Fs,Rd	d0	emin	emax	pmin	pmax
	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
10.9	27	S 355 - UNI EN 10025- 2	43,80	18	50	81	292,09	2	183,60	229,02	330,48	606,33	495,7	135,25	29	34	112	68	200

Legenda:

- Fp,C = Forza di precarico del bullone
- Fv,Rd,min = Resistenza a taglio parte filettata
- Fv,Rd,max = Resistenza a taglio gambo
- Ft,Rd = Resistenza a trazione
- Bp,Rd = Resistenza a punzonamento piatto (s=18mm)
- Fb,Rd = Resistenza a rifollamento (s=18mm)
- Fs,Rd = Resistenza allo scorrimento (unioni ad attrito)

Unioni saldate

Si prevedono saldature a completa penetrazione e le giunzioni con elementi secondari mediante giunzioni a cordone d'angolo

In base a quanto riportato in D.M. 14/01/2008 paragrafo 11.3.4.5, la saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001.

In particolare tutte le saldature delle membrature principali dovranno essere a **completo ripristino di I classe**.

Le saldature delle orditure secondarie saranno a **cordoni d'angolo continue**, con spessore di gola minimo pari a 0.7 volte lo spessore minimo da unire.

La connessione tra soletta e travi in acciaio viene realizzata con pioli elettrosaldati tipo "Nelson", in acciaio tipo St 37 - 3K, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

$$d_p = 22.0 \text{ mm}$$

$$h_p = 225.0 \text{ mm}$$

$$h'_p = 4 d_p = 90.0 \text{ mm}$$

Si considera come resistenza del collegamento

$$P_{Rd,c} \quad [kN] \quad | \quad 118.67$$

3.3 BERLINESE DI PROTEZIONE

Calcestruzzo cordolo C25/30
 Acciaio profilati e tubolari: Acciaio S355 JR
 Tiranti trefolo da 5/10" stabilizzato

PARAMETRI DI CALCOLO

Calcestruzzo classe C25/30

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe calcestruzzo	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_{cls}	f_{cm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{ctk} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	f_{cfm} [MPa]	f_{bk} [MPa]	f_{bd} [MPa]	ϵ_{c2}	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$ [MPa]	$\sigma_{c,QP}$ [MPa]
C25/30	25.00	0.85	1.50	33.00	31,476	14.17	2.57	1.80	1.20	3.08	4.04	2.70	0.00200	0.00350	15.00	11.25

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 26 \text{ mm}$
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 20 \text{ mm}$
- Interfero minimo $d_{bars} = 26 \text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Le grandezze assunte a base di calcolo per le strutture metalliche sono:

Acciaio per carpenteria metallica S355 (ex Fe510) conforme alla sezione 3 della ENV 1993-2 (1997) e succ. modif e integrazioni

Modulo elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto ($t < 40 \text{ mm}$)	$f_d = 355.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto ($t > 40 \text{ mm}$)	$f_d = 335.00 \text{ N/mm}^2$

Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Spessore nominale elemento: $t \leq 40 \text{ mm}$

Dimensioni secondo UNI 5397

Saldature con elettrodi secondo UNI 5132

Struttura non protetta

Temperatura minima del sito $T_{md} = -25 \text{ °C}$

Temperatura di riferimento $T_{Ed} = -25 \text{ °C}$

Classe acciaio	Subgrade	f_{tk} [MPa]	E_s [MPa]	ν	G_s [MPa]	f_{yk} [MPa]	γ_{Rd}	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	β	β_1	β_2
S 355 - UNI EN 10025-2	JR-JOW	510	210000	0.3	80769.2307692308	355	1.1	1.05	1.05	1.25	0.9	0.7	0.85

Acciaio Armonico

trefolo da 5/10" stabilizzato.

carico a rottura f_{ptk}	$\geq 19000.00 \text{ DaN/cm}^2$
carico caratteristico all'1% $f_{p(1)k}$	$\geq 17000.00 \text{ DaN/cm}^2$

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008/, le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi deve rispettare le più restrittive delle seguenti limitazioni (per armature pretese):

$$\sigma_{spi} \leq 0.90 \times f_{p(1)k} = 0.90 \times 17000.00 = 15300.00 \text{ DaN/cm}^2$$

$$\sigma_{spi} \leq 0.80 \times f_{ptk} = 0.80 \times 19000.00 = 15200.00 \text{ DaN/cm}^2$$

In entrambi i casi è ammessa una sovratensione pari a $0,05 f_{p(1)k} = 850.00 \text{ DaN/cm}^2$

In base al punto 11.3.3.3 del D.M. 14/01/2008, nel caso di trefoli stabilizzati (armatura di classe 2), le cadute di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t si possono valutare mediante l'espressione:

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0,66 \rho_{1000} e^{9,1\mu} (t/1000)^{0,75(1-\mu)} 10^{-5}$$

Essendo:

σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;

$$\rho_{1000} = 2.5$$

$$\mu = \sigma_{pi} / f_{pk} = 14350 / 19000 = 0.75$$

si ottiene

$$\begin{aligned} \text{per } t = 1000 \text{ ore} & \quad \Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0,66 \times 2,5 \times e^{6,825} (1000/1000)^{0,75(1-0,75)} 10^{-5} = 1,52\% \\ \text{per } t = 5000 \text{ ore} & \quad \Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0,66 \times 2,5 \times e^{6,825} (5000/1000)^{0,75(1-0,75)} 10^{-5} = 2,05\% \end{aligned}$$

In base ai punti 4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 del D.M. 14/01/2008, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica, la tensione massima in esercizio deve rispettare la seguente limitazione:

$$\sigma_{sp} = 0.8 \times f_{yk} = 0.8 \times 0.85 f_{ptk} = 12920 \text{ DaN/cm}^2$$

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$$f_{ptd} = f_{p(1)k} / \gamma_s = 17000.00 / 1.15 = 14782.61 \text{ DaN/cm}^2$$

3.4 PALANCOLATO METALLICO

Per la realizzazione delle SOTTOFONDAZIONI, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe C28/35 che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cubica)	→	R_{ck}	= 35 MPa
Resistenza a compressione (cilindrica)	→	f_{ck}	= 28 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	→	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	15.9 MPa
Resistenza a trazione media	→	$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	= 2.77 MPa
Resistenza a trazione	→	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$	= 1.94 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.29 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara)	→	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck}$	= 16.80 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)	→	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 12.6 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara – Ferrovie)	→	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 12.6 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi perm. – Ferrovie)	→	$\sigma_c = 0.4 * f_{ck}$	= 11.2 MPa

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 26$ mm
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 20$ mm
- Interferro minimo dbars = 26 mm
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

CALCESTRUZZO SOTTOFONDAZIONI

Classe esposizione	Rapporto (A/C)max	Slump	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto
minimo aria	Altro			
XF3	0.50	S4	340	-
Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				

Per la realizzazione del PALANCOLATO si prevede l'utilizzo di:

Acciaio per carpenteria metallica S355 (ex Fe510) conforme alla sezione 3 della ENV 1993-2 (1997) e succ. modif e integrazioni

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento: $t \leq 40\text{mm}$
- Dimensioni secondo UNI 5397
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura non protetta
- Temperatura minima del sito $T_{md} = -25\text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura di riferimento $T_{Ed} = -25\text{ }^\circ\text{C}$

Classe acciaio	Subgrade	f_{tk}	E_s	ν	G_s	f_{yk}	γ_{Rd}	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	β	β_1	β_2
		[MPa]	[MPa]		[MPa]	[MPa]							
S 355 - UNI EN 10025-2	J0W	510	210000	0,3	80769,2307692308	355	1,1	1,05	1,05	1,25	0,9	0,7	0,85

Resistenza di progetto ($t \leq 40\text{ mm}$) $f_d = 355.00\text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto ($t > 40\text{ mm}$) $f_d = 335.00\text{ N/mm}^2$

La sezione minima prevista è del tipo commerciale AZ28 della Arcelor Mittal od equivalente

4. DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI

Per quanto riguarda il ponte:

TIPO DI COSTRUZIONE	VITA UTILE
3	100 anni

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi si farà riferimento a quanto previsto nel cap. 5 del D.M. 14/01/2008.

Per quanto riguarda le opere provvisionali:

TIPO DI COSTRUZIONE	VITA UTILE
1	<10 anni

la berlinese è calcolata per resistere ad un sovraccarico a tergo pari a 30KN/mq mentre il palancolato per reggere un tirante d'acqua pari a 6.00 mt.

5. DURABILITA'

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione, il Direttore dei Lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 14.01.2008".

6. SOFTWARE UTILIZZATI –TIPO DI ELABORATORE

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica si è effettuata una analisi dinamica modale

SOFTWARE UTILIZZATO :

Solutore elementi finiti:

Robot versione Millennium : con licenza chiave FR250Nd

Integrated Structural Software Inc.

Software di calcolo sezioni:

SEZIONE C.A. versione 5.8.0 con licenza chiave n° 396 prodotto dalla :

Ingegneria Soft srl

Software di calcolo impalcato pile e spalle:

Impalcato – Spalle con licenza chiave n° 379240 prodotto dalla:

Flaccovio srl

Software di calcolo paratie:

PAC con licenza chiave n° AIS20105 prodotto dalla:

Aztec Informatica

Fogli di calcolo

Implementati mediante Microsoft Excel - algoritmi nativi dello studio

Microsoft Office XP con licenza n°QCQ3J-XX89Q-83M36-TDKKB-7M7DB prodotto dalla:

Microsoft Corporation

ELABORATORE UTILIZZATO :

MARCA	B@B PC
MODELLO	ASSEMBLATO
PROCESSORE	INTEL i7 4.99Ghz
RAM	16 GB
S.O.	WINDOWS
VERSIONE	8.1
CHIAVE REGISTRAZIONE	FV7JN-8YKYP-RFXQH-D3TW4- F6XGD02594084968369 X1904615

7. VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITA'

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati. In particolare, per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

8. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al D.M. 14.01.2008.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.